

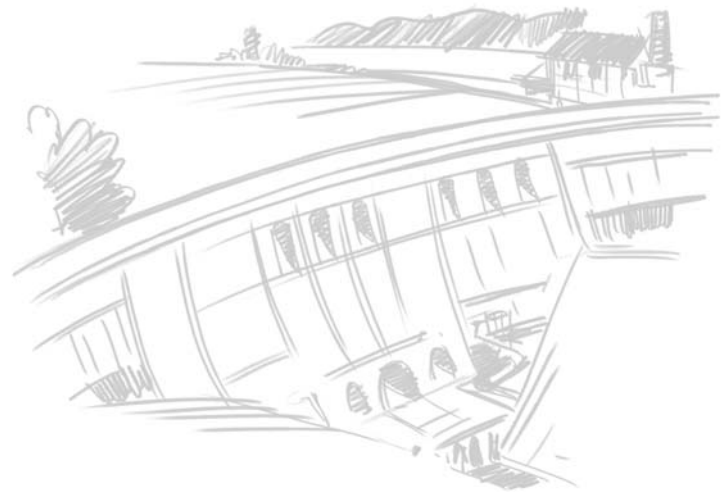
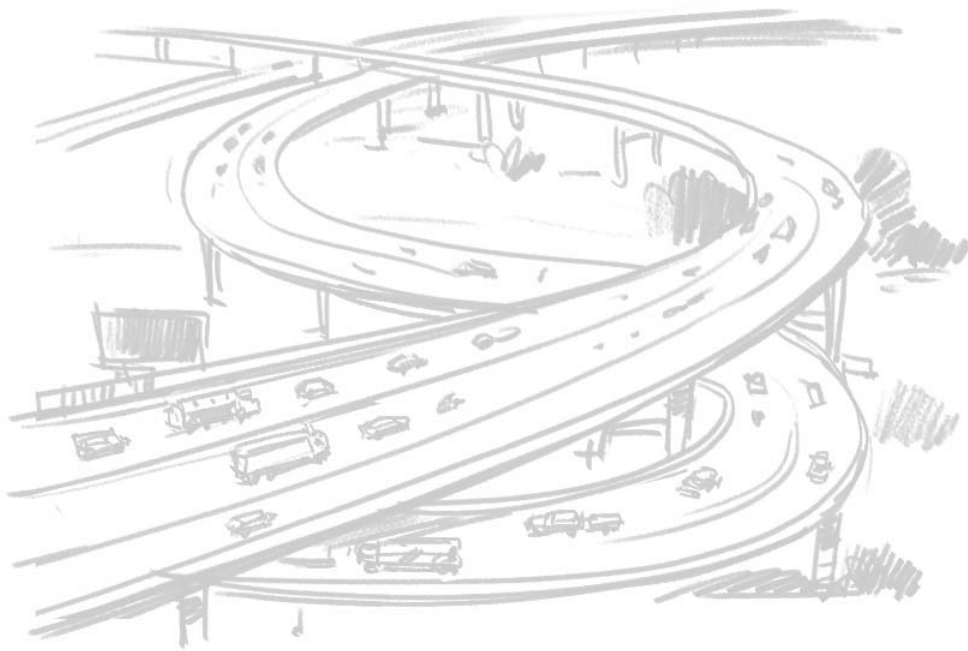
Tervezési segédlet
öntömörödő beton
készítéséhez
Glenium®
adalékszerekkel

 **BASF**

The Chemical Company



Adding Value to Concrete



A világszínvonal

A BASF Csoport Betonadalékszerek üzletága a folyamatos innováció és az értéknövelt megoldások által kiváló minőséget és gazdaságos megoldást kínál a betongyártás szinte minden területén.

Az üzletág arra törekszik, hogy olyan minőségi megoldásokat fejlesszen ki, amelyek az iparág folyamatos fejlődését szolgálják.

Az új termékek, rendszerek, valamint alkalmazási technológiák folyamatos kutatásával és fejlesztésével értéket adunk a betonhoz.

Adding Value to Concrete

Innovatív technológiáink lehetővé teszik a beton könnyebb elhelyezését és kidolgozását, megkönnyítve ezzel az építési munkafolyamatot, legyen szó akár nagyon alacsony, akár nagyon magas hőmérsékletről, a beton kötésének gyorsításáról vagy késleltetéséről, a tartósság és a végszilárdság növeléséről.

A BASF Construction Chemicals tagjaként tevékenységünk kiterjed Nyugat- és Kelet-Európán túl Törökországra, Közel-Keletre, valamint Indiára és Afrikára is. Piacszegmentált rendszerünk lehetővé teszi partnereink számára, hogy helyi szinten számíthassanak egy globális vállalatcsoport támogatására.

Beton – Jövővel rendelkező hagyomány



**„Biztos vagyok benne, hogy a beton az acéllal együtt, a 21. század építőanyaga lesz.”
Santiago Calatrava**

A jobb minőségű betonok iránti állandó kereslet, a vasbeton építmények esztétikus megjelenésére irányuló megnövekedett igény és az új betonozási eljárások gyors fejlődése az utóbbi évtizedekben a betont sokoldalúan alkalmazható és költségtakarékos építőanyaggá tették.

Napjaink betontechnológiája a korszerű betonadalékszereknek köszönhetően lehetővé teszi az egyre nagyobb teljesítőképességű és élettartamú betonrendszerek megvalósítását. A nagy korai szilárdságú és több mint 150 N/mm² nyomószilárdságú betonok, valamint a bedolgozás előtt több napon át stabilizálható betonkeverékek erre meggyőző bizonyítékot nyújtanak.

Egy építőanyag tartósságának kérdése ősrégi, és azóta foglalkoztatja az embereket, mióta letelepedtek, és szilárd építményeket emeltek. Egy építőanyag tartósságán, élettartamán azt kell érteni, hogy az abból készült épületszerkezetek a tervezett használati időtartamon belül, megfelelő kezelés és karbantartás esetén minden hatással szemben megfelelően ellenállnak.

„...ha az építőmester egy embernek házat épített, és ezt olyan rosszul kivitelezte, hogy a ház összedől, maga alá temetve a háztulajdonost, akkor ennek az építőmesternek meg kell halnia. Ha a ház összeomlása a tulajdonos fiának halálát okozná, akkor az építőmester egyik fiát is ki kell végezni...”

**Hammurabi-kódex (babiloni törvény)
Kr. e. 1700 körül**

Vasbeton szerkezeteknél a korróziós folyamatok miatti élettartam csökkenést a károsodás szemmel látható jelei mutatják. Ezek a károsodások tervezési és kivitelezési hiányosságokra, például a betonacélok túl csekély vastagságú betonfedésére, rossz betonminőségre vezethetők vissza.

A kb. 30 évvel ezelőtti „betonválság” napjaiban Japánban a legnagyobb kutatási aktivitás a betonkárosodások tanulmányozására irányult. Én azonban elhatároztam magam, hogy más utat, a beton tartósságának javítását kívánom feltárni...

...Alapvetően úgy tudunk tartós betonszerkezeteket készíteni, hogy jó minőségű anyagokat használunk, és azokat szakszerűen dolgozzuk fel. Egy rossz feldolgozás kompenzálható az alkalmazott anyagok javításával.

Ez az ötlet – erősséget használni a gyengeség megszüntetésére – vezetett az öntömörödő beton kifejlesztéséhez.”

H. Okamura 1997.

Az öntömörödő beton – angolul Self Compacting Concrete (SCC) – azt jelenti, hogy a frissbeton zsaluzatba töltésekor szükségtelen a beton bármilyen tömörítése. Olyan a beton összetétele, hogy minden külső segítség nélkül, csupán az önsúlya hatására üregmentesen ki tudja tölteni a tetszés szerinti alakú zsaluzatot és vasalatot, beleértve a hézagokat is. Ezenkívül, szétosztályozás nélkül, önállóan légtelenítődik, és szinte tökéletesen kiegyenlítődik.

Beton – Jövővel rendelkező hagyomány

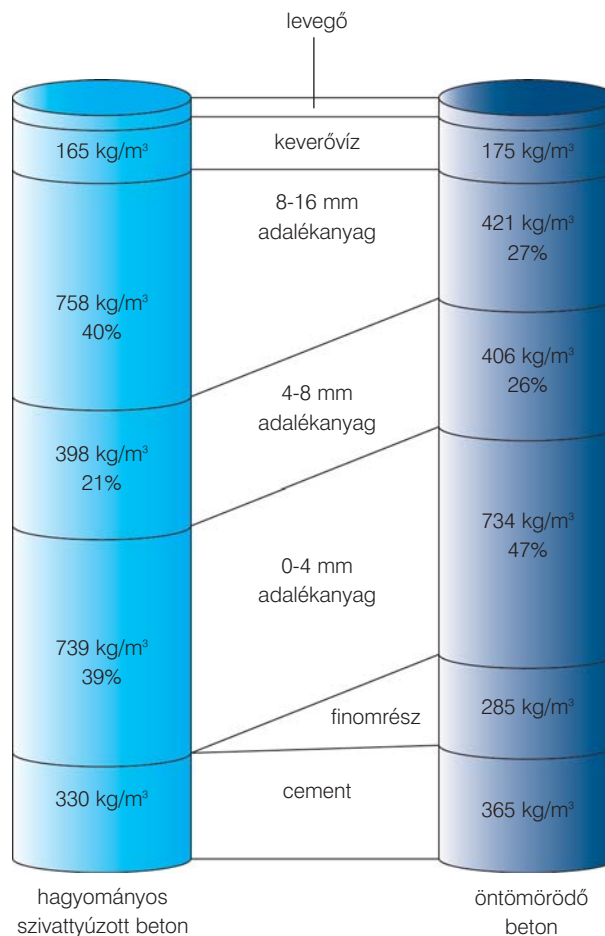
Az öntömörödő beton 16 mm legnagyobb szemátmérőjű, kivételes esetekben 32 mm szemátmérőjű adalékanyagból készül. Az öntömörödő beton összetétele a hagyományosan tömörített betonétól elsősorban magasabb kötőanyagtartalmával, nagyobb finomrész tartalmával ($d \leq 0,125$ mm), kisebb kavics/homok arányával tér el, valamint szükséges egy, a **GLENIUM®** termékcsaládhoz tartozó, nagyteljesítményű folyósítószer, illetve a **GLENIUM® STREAM** sorozatba tartozó viszkozitás-szabályozó adagolása is.

Az öntömörödő beton szilárd beton jellemzői alig különböznek a hagyományosan tömörített beton tulajdonságaitól. Ezzel szemben jellegzetesek az öntömörödő beton különleges friss-beton jellemzői, amelyek egyedi vizsgálati módszerekkel meghatározott értékekkel minősíthetők:

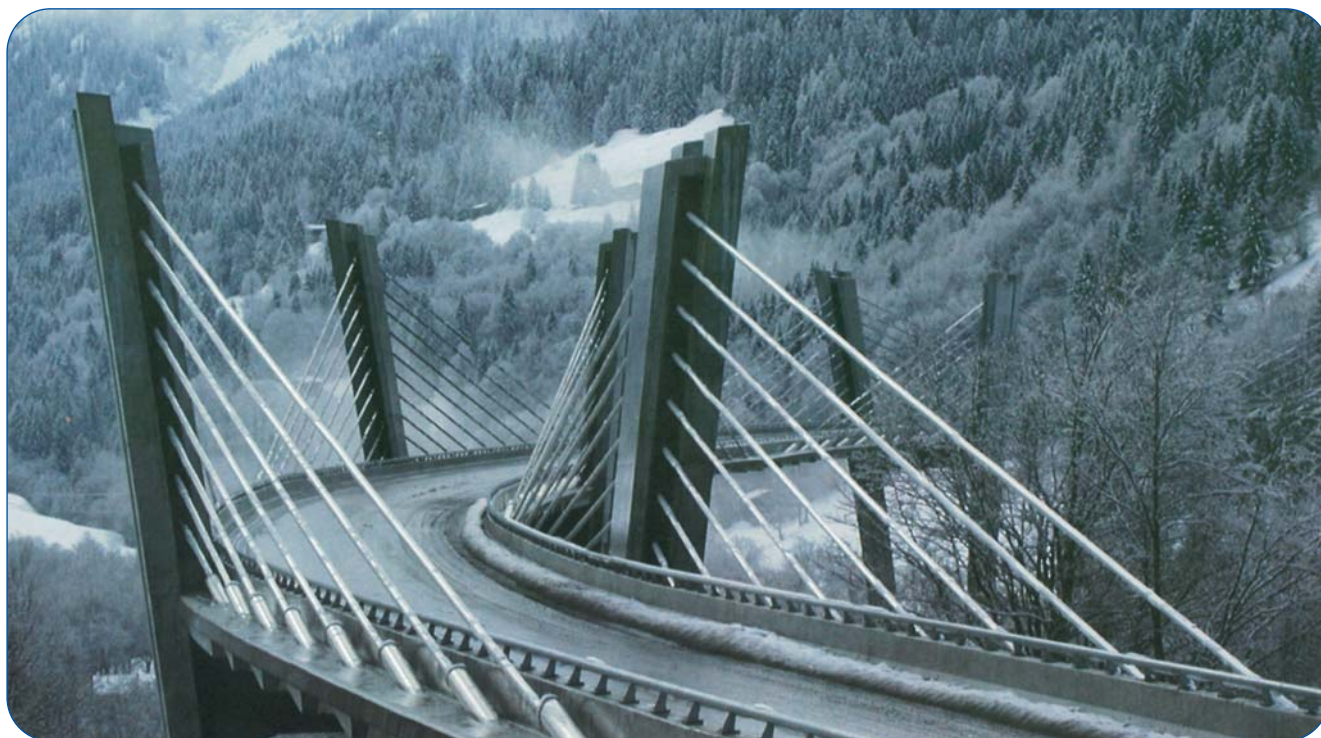
- Folyósság (viszkozitás)
- Zárványképződési hajlam
- Önkiegyenlítő képesség
- Önlégtelenítő képesség
- Szerkezeti stabilitás

Az öntömörödő beton előnyei közé a kiemelkedő folyósságon túl a bedolgozási teljesítmény növekedése, az élettartam fokozódása, az építéshelyi körülmények javulása tartozik, valamint az, hogy a betonozás lehetséges különleges feltételek és követelmények esetén is.

Az öntömörödő beton alkalmazása a betonépítésben az utóbbi évtizedben rohamos fejlődésnek indult Japánban és Európában – különösen Svédországban és Franciaországban. Az öntömörödő betont hídépítésben, magas épületek és alagutak építésében, az előregyártásban, és az épület-felújításokban alkalmazzák.



Érvek az alkalmazás mellett



Különlegesen jó folyósság

Az öntömörödő beton kiváló folyósságának köszönhetően üregmentesen tölt ki bármilyen alakú zsaluzatot, szorosan körülveszi a vasalatokat, és szinte tökéletesen kiegyenlítődik.

Alkalmazása különösen ott célszerű, ahol bonyolult alakú, sok sarokkal és éllel formázott zsaluzatok szükségesek. Ide tartoznak továbbá a karcsú épületszerkezetek, a dombormintás látszóbeton felületek, és a sűrűn vasalt szerkezetek is.

Nagy betonozási teljesítmény

Az öntömörödő beton egyszerű bedolgozhatósága növeli a betonozási teljesítményt és csökkenti a munkaigényt. Ezzel lerövidül az építési idő is. A szakmunkaerő iránti igény csökkenése révén pedig bérköltség takarítható meg.

A tömörítés elmarad

A szokásos módon bedolgozott betont lapvibrátorral vagy merülő vibrátorokkal kell tömöríteni, hogy a betonacél szálak közti hézagokat maradéktalanul kitöltse. Szorosan vasalt szerkezeteknél ez a művelet igen nehéz. Ezenkívül nagyobb betonozási szakaszok esetében a folyamat rendkívül időigényes is. Öntömörödő beton alkalmazásakor a tömörítési munka teljes egészében szükségtelen.



Érvek az alkalmazás mellett



Jobb tartósság

Öntömörödő betontechnológia alkalmazásával tömörebb, homogénebb betonszerkezet állítható elő. A túl rövid vagy túl hosszú idejű vibrálás miatti hibahelyek kialakulása kizárt. A helyes összetételű és egyenletes minőségű beton beépítése növeli az építmények élettartamát.

Jobb felületminőség

Az öntömörödő betonnal végzett betonozási munkák eredménye tetszetős, egyenletes és kiváló minőségű betonfelület. Utólagos javítgatásokra nincs szükség, ami további munkaerő- és költségmegtakarításokat tesz lehetővé.



Nincs zajártalom

A tömörítő berendezések zaja ártalmas az emberre és a környezetre. A zajszint csökkenésével javulnak a kommunikációs lehetőségek, ami a biztonságot növeli. A kellemesebb munkakörülmények hatására az összköltségek is kedvezőbben alakulhatnak.



Alaprecept típusok

Finomrészdús típus

Ez esetben az öntömörödő beton cementet, finomrész pótlást, pl. kőszénpernyét, nagy homokfrakció hányadot és a **GLENIUM®** termékcsaládhoz tartozó nagy teljesítményű folyósító adalékszer tartalmaz.

Előnye:

- Csak egyféle adalékszer, egy nagy teljesítményű folyósító szer szükséges.

Hátránya:

- Nagy kötőanyag- és finomrész tartalom.
- Az adalékanyag nedvességtartalom vagy a finomrész tartalom viszonylag kismértékű mennyiségi ingadozása esetén is jelentős szétosztályozódások következhetnek be.

Stabilizált típus

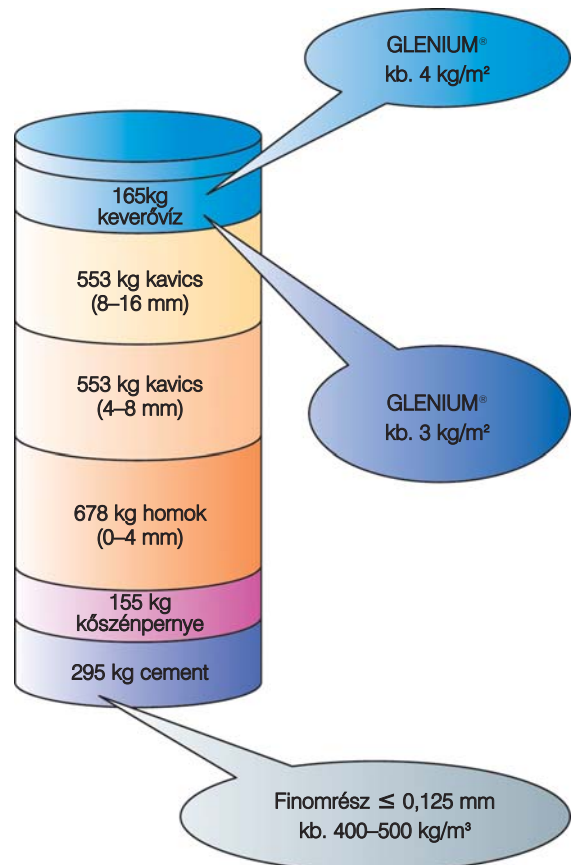
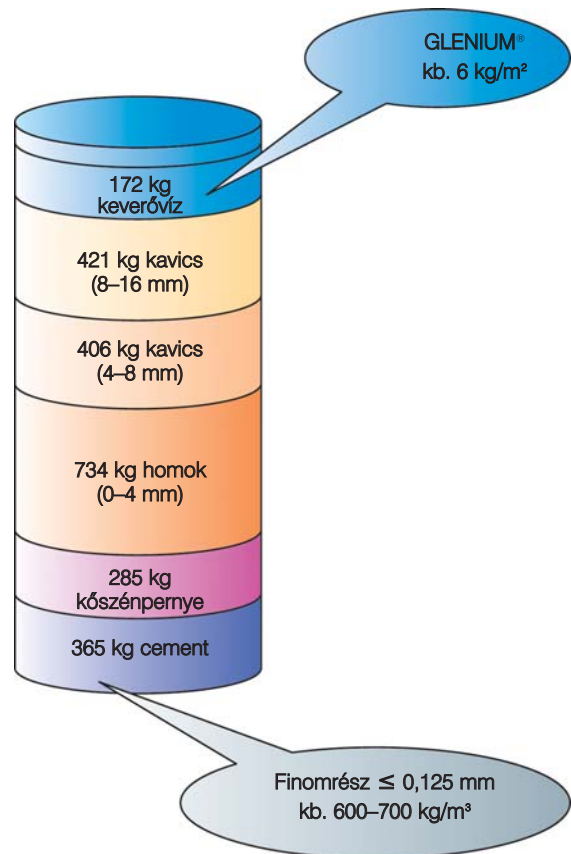
Ez esetben a beton cementet, finomrész pótlást (pl. kőszénpernyét), a szokásos mennyiségű homokfrakciót, a **GLENIUM®** termékcsaládhoz tartozó nagy teljesítményű folyósító adalékszer és egy **GLENIUM® STREAM** sorozatba tartozó viszkozitás szabályozó adalékszer tartalmaz, amely lehetővé teszi a frissbeton keverék viszkozitásának célszerű értékre történő beállítását.

Előnye:

- Kisebb kötőanyag- és finomrész tartalom.
- A viszkozitás szabályozó adalékszer alkalmazásával jól ellensúlyozható a szétosztályozódási hajlam.

Hátránya:

- Kétféle adalékszer szükséges, egy nagy teljesítményű folyósító és egy viszkozitás szabályozó.



Kombinált típus

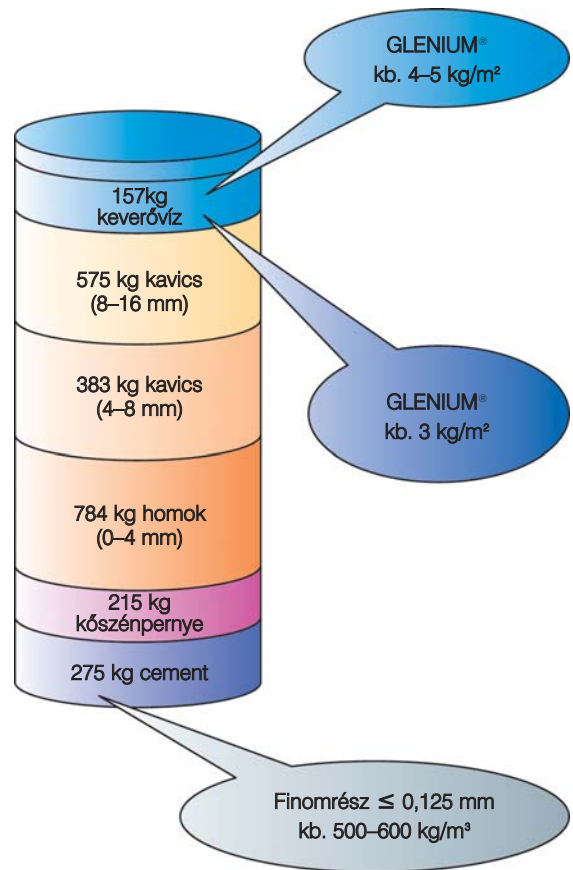
Ez esetben a beton cementet, finomrész pótlást (pl. kőszénpernyét), kismértékben növelt homokfrakció hányadot, egy **GLENIUM®** termékcsaládba tartozó nagy teljesítményű folyósító adalékszer és egy a **GLENIUM® STREAM** sorozatba tartozó viszkozitás szabályozó adalékszer tartalmaz.

Előnye:

- Az adalékanyag időnként fellépő nedvességtartalom ingadozásai jobban és nagyobb biztonsággal kivédhetők.
- A betongyártás egyszerűbb és állandóbb.
- A homokfrakció finomrész tartalmának kisebb ingadozásai nem befolyásolják jelentős mértékben a frissbeton folyóságát.

Hátránya:

- Kétféle adalékszer szükséges, egy nagy teljesítményű folyósító és egy viszkozitás szabályozó.

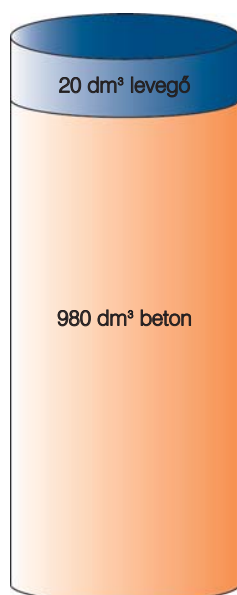


Betonösszetétel számítás

A reodinamikus szemlélet a kombinált típusú öntömörödő beton tervezésének alapja. Az öntömörödő betont fokozatosan fejlesztették ki az öntömörödő pépből és az öntömörödő habarcsból. Az öntömörödő beton keveréktervezése a hagyományosan tömörített betonéval ellentétben nem tömegarányokon, hanem térfogatarányokon alapul. A módszert a japán Okamura professzor után nevezik így, alapvetően egy maximális viszkozitású habarcsból és minimális durva adalékanyag hányadból kiindulva.

1. lépés

Egy adott légpórus tartalom (P) – beleértve a mindenkori, mesterségesen bevitt légpórusokat is – elfogadása $P = 20 \text{ dm}^3$ értékkel.



2. lépés

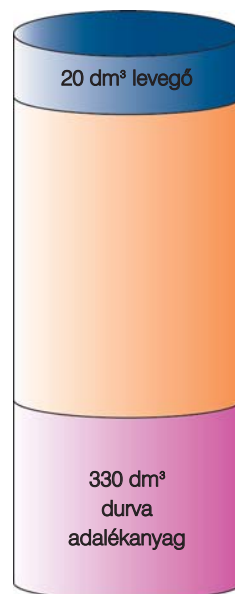
A 4 mm-nél nagyobb szemátmérőjű, durva adalékanyag térfogathányadának [VGZ] meghatározása.

980 dm³ szilárdanyag térfogatot a lehető legtömörebb illeszkedés mellett durva adalékanyaggal kell feltölteni. Az ebben a térfogatban elhelyezkedő durva adalékanyag tömege [m_G] a 4-16 mm szemnagyságú kavics $\rho_S = 1,50 \text{ kg/dm}^3$ nem tömörített halmazsűrűség értékéből számítható. A szilárdanyag térfogat ideális adalékanyag hányada kb. 50-60 térfogat%, ily módon az adalékanyag térfogata; vagyis

$$m_G = 1,5 \times 0,6 \times 980 = 882 \text{ kg}$$

A durva adalékanyag térfogatának meghatározásához a durva adalékanyag tömegét egyszerűsítve 1 m³ betonra vonatkoztatva, és a $\rho_r = 2,65 \text{ kg/dm}^3$ anyagsűrűséggel kell számítani:

$$V_{GZ} = \left[\frac{882}{2,65} \right] = 333 \text{ dm}^3$$



3. lépés

A habarcs térfogat [V_M] számítása a légpórus tartalom és durva adalékanyag térfogatrészeinek levonásával, 1 m³ betonra vonatkoztatva:

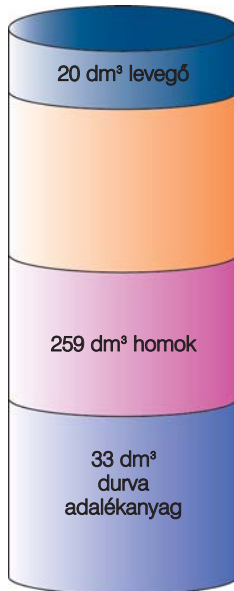
$$V_M = 1000 - 20 - 333 = 647 \text{ dm}^3$$



Betonösszetétel számítás

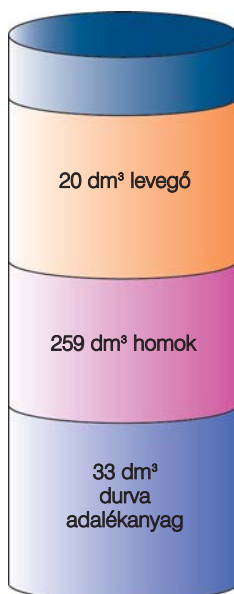
A $d \leq 4$ mm szemátmérőjű homok térfogathányadának $[V_s]$ meghatározása. Ez a térfogat célszerűen az összes habarcs-térfogat kb. 40-48 térfogat%-a.

$$V_s = \frac{0,40 \times 647}{1 - \frac{V_{MK}}{40}}$$



A V_{MK} a homok térfogat $d \leq 0,125$ mm szemátmérőjű finomrész hányada. A teljes homoktérfogat 2%-ánál nagyobb finomrész tartalom esetén ezt a legfinomabb rész térfogatához kell hozzászámítani. Ebben a példában a homok finomrész hányada elhanyagolható, és nincs figyelembe véve a péptérfogat számításához. Így:

$$V_s = 0,40 \times 647 = 259 \text{ dm}^3$$



5. lépés

A péptérfogat $[V_L]$ (cement, a homok finomrész tartalma, további finomrész pótlás 0,125 mm, a víz és az adalékszekek összessége) kiszámítása a légpórus tartalom, a finomrész nélküli homok és a durva adalékanyag 1 m³ betonban levő résztérfogataiból.

$$V_L = 1000 - 20 - 333 - 259 = 388 \text{ dm}^3$$

6. lépés

A pép optimális víz/finomrész (V/F) tényezőjének meghatározása.

Az összes finomrész térfogat a cement, a finomrész pótlások, pl. kőszénpernye, szilikátpor, kőzetliszt és a homok finomrész tartalom résztérfogataiból tevődik össze. Az összes finomrész mennyiségét mindenképp előt meg kell osztani, pl. 60 térfogat% cement és 40 térfogat% kőszénpernye arányban, kötelezően figyelembe véve a minimális cementtartalmat. A homok finomrész tartalmát ebben a példában nullának vesszük.

Ezután egy habarcskeverőben 100 ml térfogatú finomrész-szuszpenziókat készítünk különféle V/F tényezőkkel. Ezek a V/F tényezők 1,1 és 1,4 közötti értékek legyenek. Mivel itt lineáris összefüggésről van szó, nagyobb vízigényű finomrész esetén magasabb V/F tényező is választható. Végül Haegermann-ejtőasztalon, adagolótölcsérrel töltve a szuszpenziókat meghatározzuk az abszolút területi értéket $[F_{FV}]$, és számítjuk a relatív területi értéket $[\Gamma_{FV}]$.

$$\Gamma_{FV} = \left[\frac{F_{FV}}{F_0} \right]^2 - 1$$

ahol:

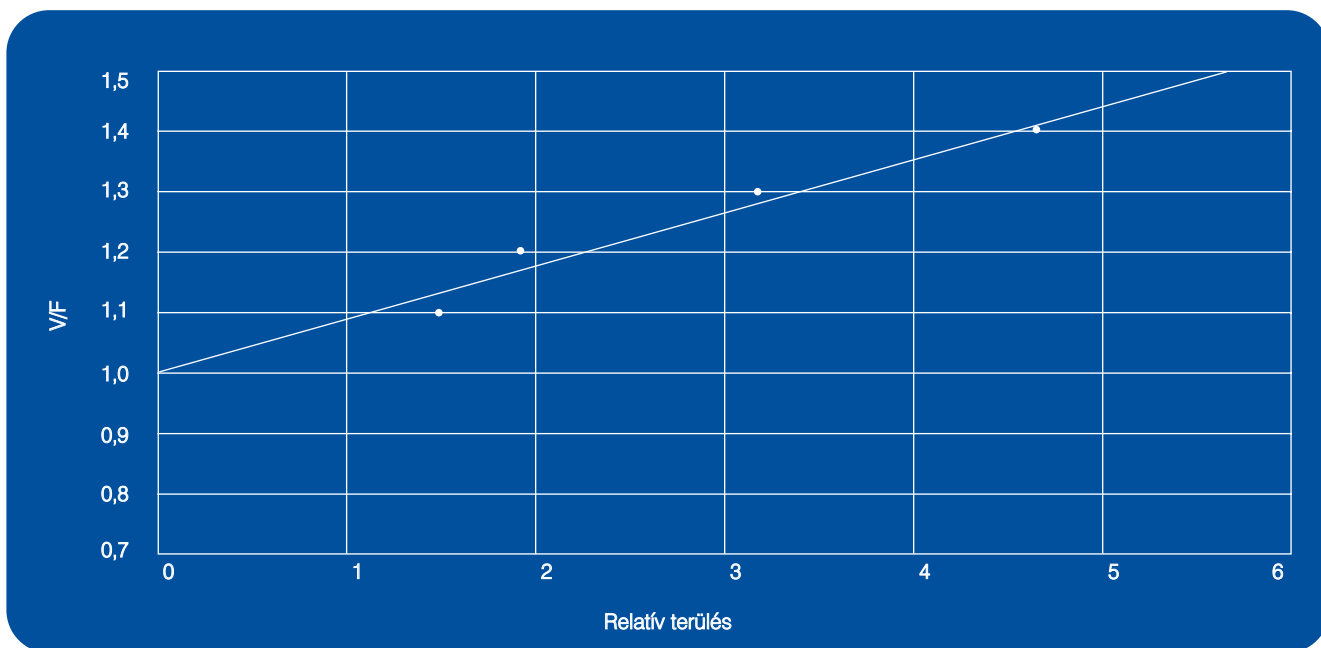
F_{FV} = a területkor meghatározott átmérő

F_0 = az adagolótölcsér alsó nyílásátmérője ($d = 100$ mm)



Haegermann-ejtőasztal adagolótölcsérrel

Betonösszetétel számítás



A meghatározott relatív terület értékeit és a hozzájuk tartozó V/F értékeit derékszögű koordináta-rendszerben ábrázoljuk. Lineáris regresszió és extrapoláció révén ebből meghatározzuk a $\Gamma_{FV} = 0$ értékhez tartozó V/F értéket. Ezt a tengelymetszetet β_{FV} -vel is jelöljük. Ennél a V/F értéknél nincs reológiai folyás, mivel az összes víztartalom a finomrészhez kötődik, és nem tudja befolyásolni a pép folyósságát.

7. lépés

A habarcs optimális víz/finomrész (V/F) tényezőjének meghatározása.

A meghatározott β_{FV} értékkel, amelyet egy habarcskorrekciós szorzóval [K_{FV}] 0,8-0,9 értéken csökkentünk, amely figyelembe veszi az alkalmazott homok hatását és a **GLENIUM**[®] nagy teljesítményű folyósítószer adagolását, 1500 ml térfogatú habarcskeverékeket készítünk 40-48 térfogat% homoktartalommal és különböző **GLENIUM**[®] folyósítószer adagolásokkal.

Haegerman-ejtőasztalon az adagoló tölcserben meghatározzuk ezen habarcskeverékek területi értékét [F_{FV}] és számítjuk relatív területi értékét [Γ_{FV}]. Kiegészítésként a $\Gamma_{FV} = 5$ relatív területű keveréknek meghatározzuk a viszkozitását is V-Funnel vizsgálat (kifolyási időt mérő V-alakú tölcser) segítségével.

Ha a kifolyási idő [t] rövidebb, mint 9 másodperc, akkor a vizsgálati sort egy kisebb V/F értékű keverékkel megismételjük. Ha viszont a kifolyási idő [t] hosszabb, mint 11 másodperc, akkor a vizsgálati sort nagyobb V/F értéken kell megismételni. Ha az elkészített habarcsváltozatokkal a célértékeket nem lehet elérni, akkor a felhasznált anyagok ilyen összetételi aránya alkalmatlannak minősül, és egyes komponensek változtatását kell megfontolni.



V-Funnel (habarcs kifolyási idő tölcser)

Betonösszetétel számítás

8. lépés

Egy öntömörödő beton összetételének meghatározása.

Az előzőek szerinti eredmények és feltételek alapján megadható egy előzetes betonösszetétel.

Térfogatarányok alapján:

1 m³ betonra

● légpórus tartalom [P]
$$P = \frac{1000 \text{ dm}^3 - 20 \text{ dm}^3}{980 \text{ dm}^3}$$

● Durva adalékanyag > 4 mm
(az adalékanyag térfogat 60%-a)
ebből adódik a habarcstérfogat
$$\begin{aligned} \text{VGZ} &= \frac{333 \text{ dm}^3}{647 \text{ dm}^3} \\ \text{VM} &= \frac{333 \text{ dm}^3}{647 \text{ dm}^3} \end{aligned}$$

● Homok ≤ 4 mm
(a habarcstérfogat 40%-a)
ebből adódik a péptérfogat
$$\begin{aligned} \text{VS} &= \frac{259 \text{ dm}^3}{388 \text{ dm}^3} \\ \text{VL} &= \frac{259 \text{ dm}^3}{388 \text{ dm}^3} \end{aligned}$$

● Keverővíz [W]
például: V/F tényező = 0,85
ebből adódik a finomrész térfogat
Finomrész [F] = cement [Z] + kőszénpernye [FA]
(60% cement + 40% kőszénpernye)
Cement 0,6 × 210 dm³
Kőszénpernye 0,4 × 210 dm³
$$\begin{aligned} \text{W} &= \frac{178 \text{ dm}^3}{210 \text{ dm}^3} \\ \text{VZ} &= 126 \text{ dm}^3 \\ \text{VFA} &= 84 \text{ dm}^3 \\ &= 5 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

GLENIUM® 21 folyósító adalékszer

Tömegarányok alapján:

1 m³ betonra

Cement $Z = 126 \text{ dm}^3 \times 3,10 \text{ kg/dm}^3 = 391 \text{ kg/m}^3$

Kőszénpernye $\text{FA} = 84 \text{ dm}^3 \times 2,40 \text{ kg/dm}^3 = 202 \text{ kg/m}^3$

Keverővíz $W = 178 \text{ dm}^3 \times 1,00 \text{ kg/dm}^3 = 178 \text{ kg/m}^3$

Homok (0-4 mm) $G_K = 259 \text{ dm}^3 \times 2,65 \text{ kg/dm}^3 = 686 \text{ kg/m}^3$

Durv. adalék. $G_K = 333 \text{ dm}^3 \times 2,65 \text{ kg/dm}^3 = 882 \text{ kg/m}^3$

Felosztva az alábbi frakciókra

40% 4-8 mm = 353 kg/m^{3*}

60% 8-16 mm = 529 kg/m^{3*}

Légpórus tart. $P = \frac{20 \text{ dm}^3}{1000 \text{ dm}^3} = 2339 \text{ kg/m}^3$

GLENIUM® 21 folyósító adalékszer = 5 kg/m^{**}

*A 4-8 mm és 8-16 mm kavicsfrakciók az összegzésben nem egyenként szerepelnek, hanem a durva adalékanyag tömegként egy tételben.

**A folyósító adalékszer tömegét elkülönítve kell számításba venni. A keverővíz mennyiségét pedig az adalékszer mennyiségével csökkenteni kell.

Végül a folyósító adalékszer végleges adagolási mennyiségét és a finomrészanyagok részleges helyettesítését **GLENIUM® STREAM** viszkozitás szabályozóval a következő kísérletek révén lehet meghatározni. Több lépésben a fenti, tömeg szerinti receptúrába 1,0 kg **GLENIUM® STREAM** adagolást veszünk be a finomrész tartalom egyidejű 100 kg-os csökkentésével. Ez azt jelenti, hogy a cement mennyiségéből is 50 kg-ot, és a kőszénpernye tömegéből is 50 kg-ot vonunk le. Figyelembe kell venni azonban az előírt minimális cement tartalmat és a számításba vehető pernyemennyiséget.

A megvalósítás folyamata

Keverés

Öntömörödő beton készítésére kényszerkeverőt vagy tárcsás keverőt lehet használni. A szabadonejtő keverőgépekről le kell mondani, mert ezek keverő hatása nem optimális.

Adagolás és homogenizálás	
Adalékanyag adagolás	2 mp
Homogenizálás	3 mp
Cementadagolás	2 mp
Homogenizálás	10 mp
Víz adagolás	5 mp
Adalékszer adagolás	10 mp

A száraz keverési idő az adagolás és homogenizálás alatt legalább 30 másodpercig tart!

Nedves keverés	
Nedves keverés, homogenizálás	60 mp
Finom víz utánadagolás	10 mp
Nedves keverés, homogenizálás	50 mp
keverő ürités	10 mp

A nedves keverési idő legalább 120 másodperc legyen!

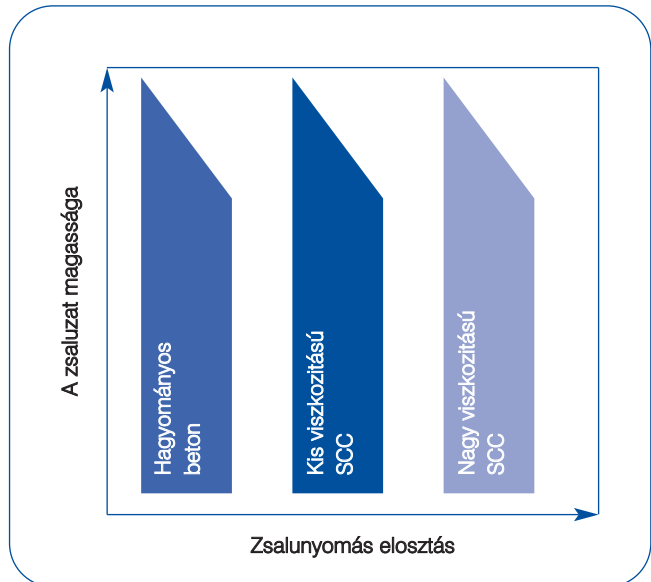
Szállítás

Az öntömörödő beton szállításához minden esetben mixer-kocsit kell használni. A beton építési helyi kiadása előtt betöltött beton-köbméterenként legalább 60 másodpercen át kell keverni a szállítmányt. Csak ebben az esetben lesz kifogástalan a betonminőség.

Zsaluzat

A hagyományosan tömörített betonétól eltérő viszkozitás miatt öntömörödő beton esetében a frissbeton zsaluzatra ható nyomása is különbözik.

- Minél nagyobb a bedolgozás sebessége, annál nagyobb a zsaluzatra ható nyomás.
- Minél kisebb a bedolgozott frissbeton viszkozitása, annál nagyobb a zsaluzatra ható nyomás.
- A zsaluzatra ható nyomás alapvetően nagyobb a hagyományosan tömörített betonéhoz képest.



A megvalósítás folyamata

A zsaluzat tömítettségére vonatkozóan nincsenek különleges követelmények. A zsaluzatoknak nem kell tömítettebbnek (vízállóbbnak) lenniük, mint hagyományosan tömörített betonoknál. A zsaluzat részeit felúszás ellen rögzíteni kell. A zsaluzat méretpontosságára különösen látszóbeton felületek betonozásakor kell ügyelni.

Ezeken túl fontos szerepe van a zsaluleválasztó szer helyes megválasztásának is. A legjobb tapasztalatokat a **RHEOFINISH®** termékek alkalmazása hozta.

Bedolgozás

Az öntömörödő beton bedolgozása egyszerűbb, mint a hagyományosan tömörített betoné. A szétosztályozódási kockázat minimálisra csökkentése érdekében szükséges azonban a következő pontokat figyelembe venni:

- A frissbeton szabadon ejtési magassága legfeljebb 5 méter legyen.
- Az egyes bedolgozási rétegvastagságok legfeljebb 50 cm-esek legyenek.
- Két beöntési pont között a vízszintes elfolyási távolság legfeljebb 10 méter legyen.

A bedolgozás sebessége döntő tényező az üreg- és zárványmentes betonfelület kialakulása szempontjából. Ez a sebesség ne legyen nagyobb, mint hagyományos beton bedolgozásakor.



Ügyelni kell arra, hogy elég ideje legyen a betonnak az önálló légtelenedésre. Ellenkező esetben a levegő felgyűlik a betonfelület és a zsaluzathéj között, és onnan már nem képes felszállni.

A bedolgozás történhet betonszivattyúval vagy daruzott betonadagoló teknőből. Szivattyúzott betonként bedolgozva a beömlés lehet a megszokott módon felülről, vagy alulról, tolózárral ellátott töltőcsonkon át is.

Utókezelés

Az öntömörödő beton hagyományosan tömörített betonénál nagyobb víztartalma miatt a képlékeny zsugorodás veszélye is lényegesen nagyobb. Ezért az utókezelést a lehető leggyorsabban el kell kezdeni.

Vizsgálati módszerek

Vizsgálati módszerek

Az öntömörödő beton frissbeton jellemzőit a következő vizsgálatokkal lehet meghatározni:

- Slump-Flow (terülés mérés)
- J-Ring vizsgálat
- U-Box vizsgálat
- V-Funnel vizsgálat
- Kajima-Box vizsgálat
- L-Box vizsgálat

Nem lehet valamennyi jellemzőt egyidejűleg és egymástól függetlenül definiálni. A megkövetelt szilárd beton tulajdonságok határozzák meg, illetve korlátozzák a lehetséges frissbeton jellemzők tartományát.

Az önterülő beton szilárd beton jellemzőinek a lehető legkevésbé kell eltérniük a hagyományosan tömörített beton jellemzőitől.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatták, hogy az öntömörödő beton szilárd beton jellemzői az azonos víz-cement tényezőjű, hagyományosan tömörített betonhoz hasonlítva közel azonosak. A beton szövezeete azonban tömörebb. Ez a belső (merülő) és külső (felületi) vibrátorokkal végzett tömörítési művelet elmaradásának tulajdonítható, ami szakszerűtlen alkalmazás esetén a szövezet roncsolódását, különösen a cementpép és az adalékanyag szemcsék közti kapcsolat megszakadását okozhatja. Ezt vékony csiszolatokon végzett számos vizsgálat igazolja.



Kajima-Box



Slump/Flow



J/Ring



V-Funnel



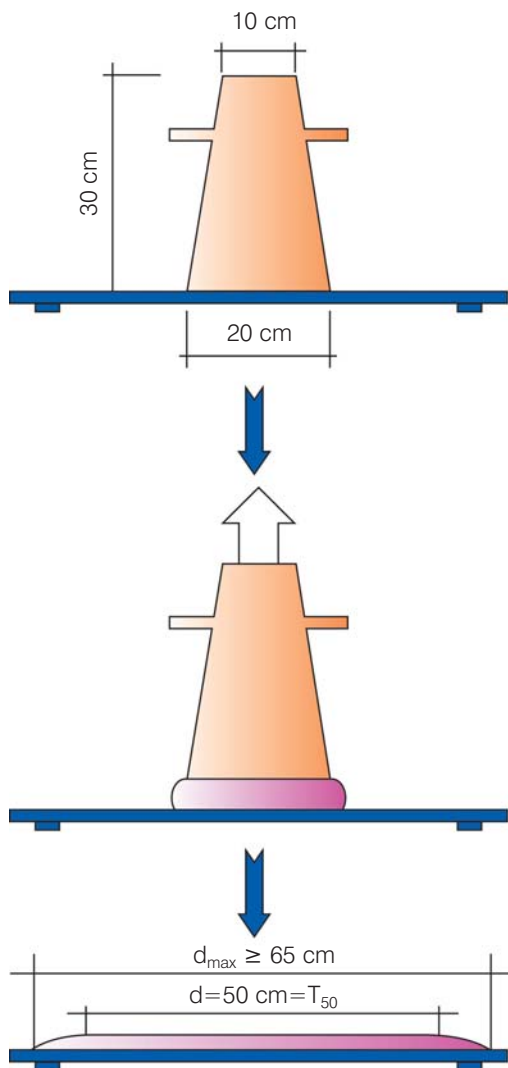
U-Box



L/Box

Slump-Flow (terülés mérés) A folyósság meghatározása

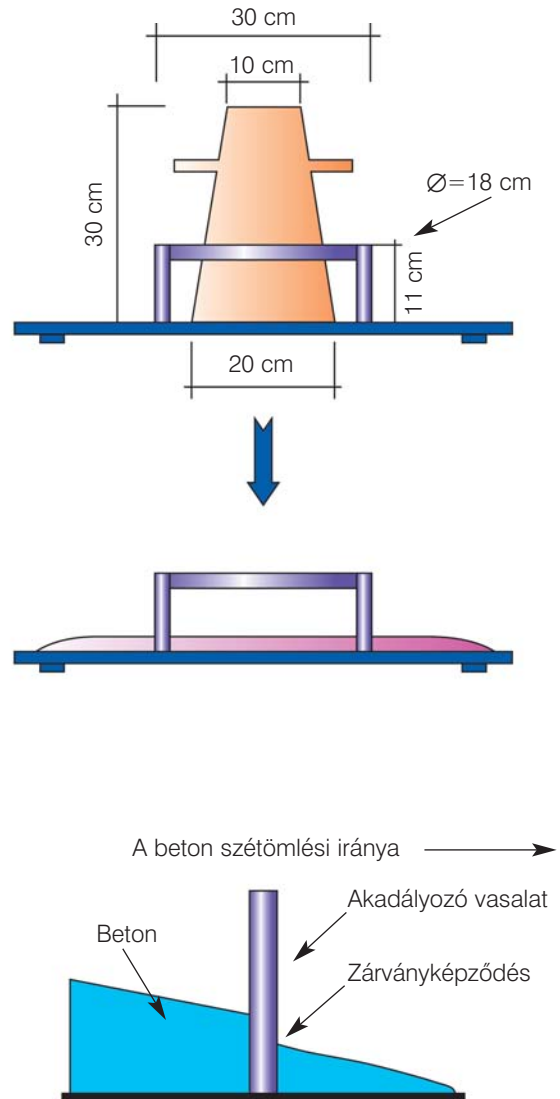
Az adagolótölcsért (csonka kúp alakú edényt) megfelelő méretű, tiszta és mattnedves aljzatfelületre kell állítani és frissbetonnal megtölteni. Azután a tölcser fel kell emelni, hogy a beton csupán a nehézségi erő hatására szétömlhessen az aljzaton.



- Meg kell határozni a T_{50} időt (az 50 cm átmérőre terüléshez szükséges időt)
→ célzott érték: 3-6 másodperc
- Meg kell mérni a betonterülés maximális átmérőjét
→ méret: $d_{max} \geq 65$ cm
- Szemrevételezéssel el kell bírálni a homogenitást és a szétosztályozódási hajlamot
→ legyen egyenletes a durva szemcsék eloszlása és ne legyen vízkiválás a lepény szélén

J-Ring vizsgálat A zárványképződési hajlam meghatározása

Az adagolótölcsért centrikusan a J-Ring (gyűrű) belsejébe állítjuk és megtöltjük frissbetonnal. A tölcser felemelése révén a beton szétömlik az akadályt képező vasalatszálak irányában.



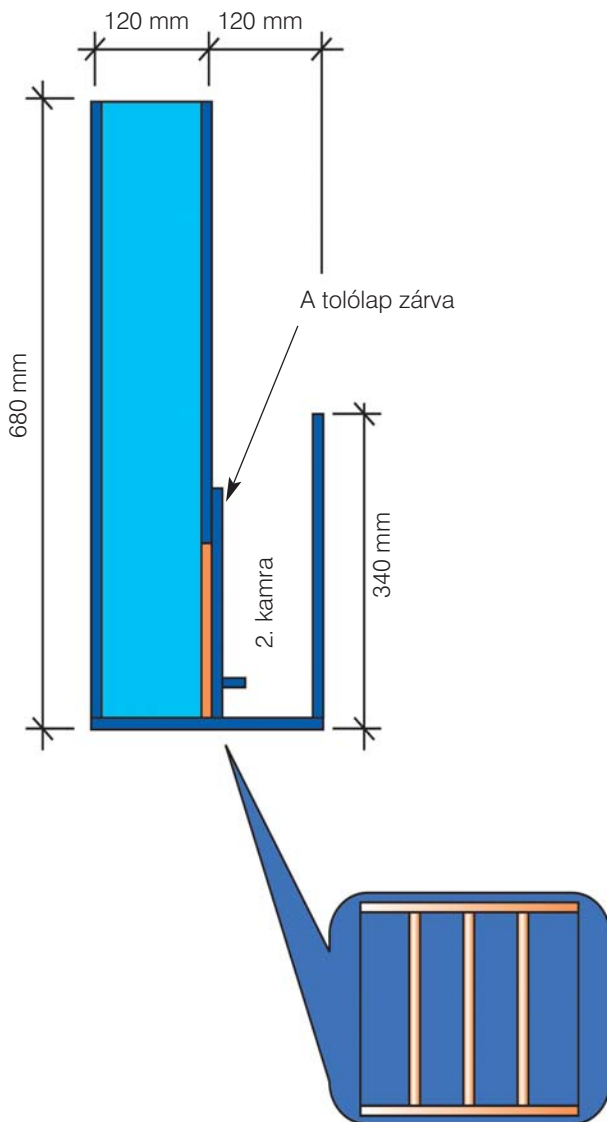
- Meg kell mérni a frissbeton terülés maximális átmérőjét
célzott méret: $d_{max} \geq 65$ cm
- Szemrevételezéssel kell értékelni a zárványképződési hajlamot
→ nem halmozódhat fel durva adalékanyag a vasalat szál közelében

Vizsgálati módszerek

U-Box vizsgálat

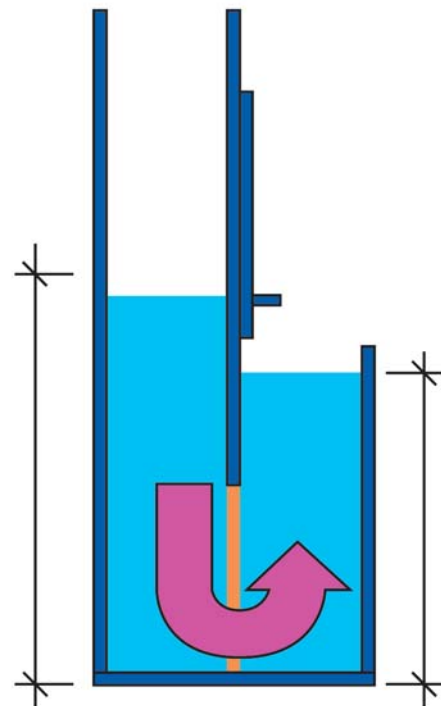
Az önkiegyenlítő képesség és zárványképződési hajlam meghatározása

Az U-Box két kamrából álló tartály, melyeket egy vasalat-betétekkel ellátott nyílás köt össze. Az 1. sz. kamrát a frissbeton betöltése előtt egy tolólappal zárják le a nyílásnál. Ezután az 1. sz. kamrát feltöltik betonnal, majd a tolólapot felnyitják. A beton át tud hatolni a nyíláson a 2. sz. kamrába, és ott felemelkedik. Eközben azonban át kell törnie a nyíláskeresztmetszetben akadályt képező vasalatrácson.



Az akadályozó vasalatrács 3 függőleges, 14 mm átmérőjű betonacél szálból áll, amelyek a tartály szélességében egyenletesen, 200 mm-es távokzokkal oszlanak el.

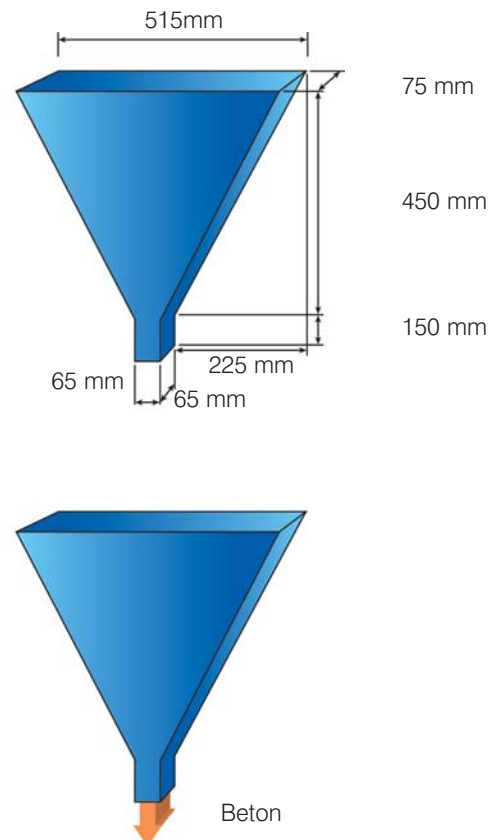
- Meg kell határozni a h_2 emelkedési magasságot
→ célzott érték $h_2 \geq 300$ mm
- Szemrevételezéssel kell értékelni a zárványképződési hajlamot
→ a betonnak akadálytalanul át kell folynia az akadályozó vasalatrácson



V-Funnel vizsgálat

A viszkozitás meghatározása

A lapos tölcsért pereméig frissbetonnal töltik fel. Ezután a tölcsér alján levő zárókupakot felnyitják, úgy, hogy a beton szabadon ki tud folyni.

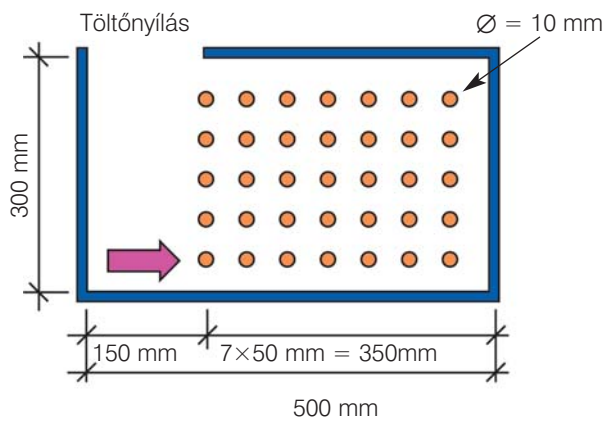


- Meg kell határozni a kifolyási időt
→ célzott érték: $t = 5-15$ másodperc

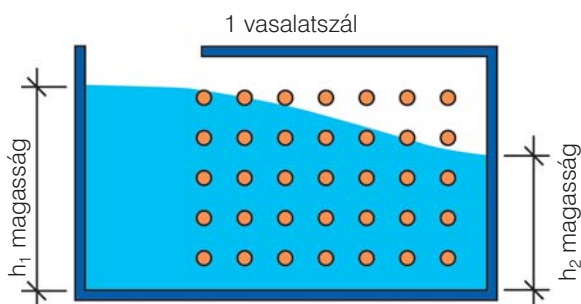
Kajima-Box vizsgálat

A töltési fok (légtelenedési képesség) meghatározása

Egy akadályozó betonacél szálakkal beépített plexi üvegtartály töltőnyílásán át addig töltenek be frissbetont, amíg a töltési szint a legfelső vasalatsor első szálát eléri.



$$F(\%) = \left[\frac{h_1 + h_2}{2 \times h_1} \right] \times 100$$



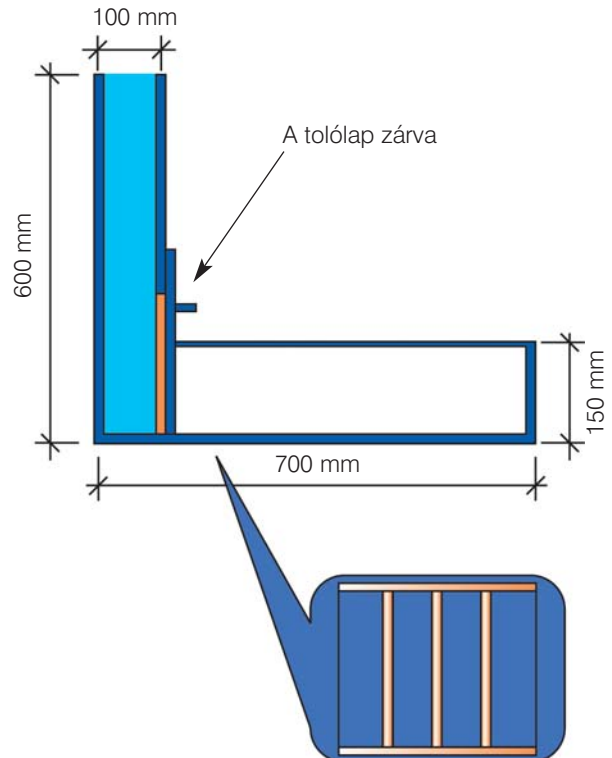
- Meg kell határozni a h1 magasságot
- Ki kell számítani a töltési fokot (F)
→ célzott érték: $F \geq 90\%$
- Szemrevételezéssel értékelni kell, hogy a frissbeton mennyire töltötte ki a vasalatszálak közti hézagokat
→ értékelési szempont: üregképződés nem észlelhető

L-Box vizsgálat

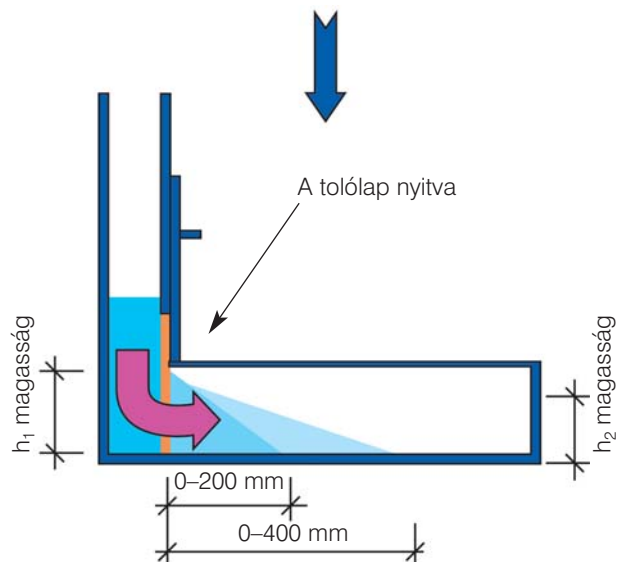
Az önkiegyenlítő hatás és a zárványképződési hajlam meghatározása

Az L-Box két (álló és fekvő) kamrából álló tartály, melyeket egy vasalatbetétekkel ellátott nyílás köt össze. Az 1. sz. (álló) kamrát a frissbeton betöltése előtt ennél a nyílásnál egy tolólappal lezárják. Ezután az 1. sz. kamrát feltöltik betonnal, majd a tolólapot felnyitják. Ekkor a beton a nyíláson át tud folyni a 2. sz. (fekvő) kamrába.

Eközben azonban át kell törnie a nyíláskeresztmetszetben akadályt képező vasalatrácson.



Az akadályozó vasalatrács 3 db 14 mm átmérőjű betonacél szálból áll.



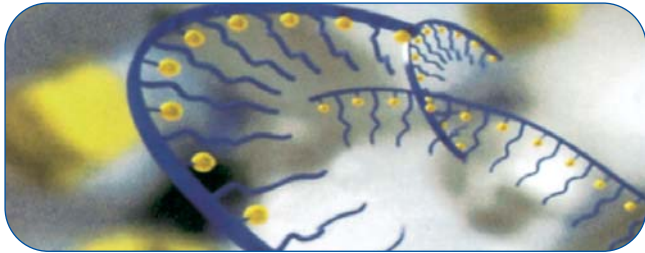
- Meg kell határozni a beton 2. sz. (fekvő) kamrában $l_1 = 20$ cm és $l_2 = 40$ cm távolságra elfolyásának idejét
→ célzott értékek: $t_1 =$ kb. 2 másodperc, $t_2 =$ kb. 5 másodperc
- Meg kell határozni a h_1 és h_2 magasságokat
- Meg kell határozni az önkiegyenlítő határt → célzott érték: $h_2/h_1 \geq 80\%$
- Szemrevételezéssel értékelni kell a zárványképződési hajlamot
→ nem lehet durva adalékanyag felhalmozódás

Adalékszeres és kiegészítők a megvalósításhoz

GLENIUM® nagy teljesítményű folyósító – Hatásmechanizmus

A **GLENIUM®** polikarboxilát-éter alapú, komplex és rugalmas óriásmolekula, amely különféle lánchosszúságú, többfajta funkciócsoporttal rendelkezik.

Ellentétben a hagyományos képlékenyítő és folyósító adalékszeres hatóanyagaival, ennek a molekulának hosszú oldalláncai is vannak.



A **GLENIUM®** hatása lényegében kétféle mechanizmusból tevődik össze:

Diszpergáló hatás

A **GLENIUM®** molekulák adszorbeálódnak a cement szemcsék felületén. Egyidejűleg elektrosztatikus taszítóerő alakul ki, melynek hatására a cement szemcsék erősen diszpergálódnak. Ezért lesz a frissbeton jobban feldolgozható.



Sztérikus hatás

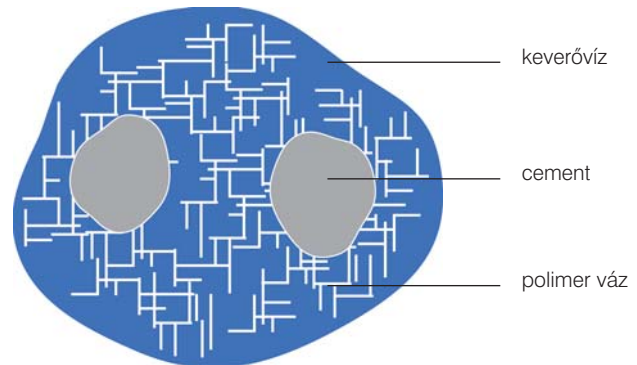
A **GLENIUM®** molekuláknak hosszú oldalláncai is vannak, amelyek térbeli akadályt jelentenek. Emiatt a kötési folyamat közben egyes hidratációs termékek közötti kapcsolódás nem jöhet létre.



GLENIUM® STREAM – Hatásmechanizmus

A **GLENIUM® STREAM** újszerű viszkozitás szabályozó adalékszeres szintetikus makropolimer hatóanyaggal, amelynek feladata az öntömörödő beton szétesztályozódási folyamatának megakadályozása.

A cementből, adalékanyagból és vízből álló keverékben a viszkozitás szabályozó szer a vízzel együtt egy stabil mikrogél-szerkezetet képez, amely feltapad a cement szemcsék felületére.



Ez a szerkezet egy tartóvázhoz hasonló, amely a részecskéket a szuszpenzióban lebegve tartja, és ezzel minimálisra csökkenti az ülepedést és a kivérzést. Ez a kapcsolat azonban nem merev, hanem engedi a szuszpenzált részecskék elmozdulását egymás mellett, így módon a viszkozitás szabályozó a frissbeton folyósságát összességében csak igen kevésbé befolyásolja.

Adalékszerek és kiegészítők a megvalósításhoz

	Termék	Alkalmazási terület	Előnyök
Fő termékek	GLENIUM® Nagy teljesítményű folyósítószer	<ul style="list-style-type: none"> ● Öntömörödő beton ● Késleltető hatás nélküli, hosszabb bedolgozhatósági idejű, kiválóan bedolgozható, nagy szilárdságú és tartósabb beton 	<ul style="list-style-type: none"> ● Igen nagy vízmegtakarítás (25%) ● Folyós konzisztenciájú, szétosztályozódás nélküli beton ● Javítja a betonfelületek megjelenését ● Klórmentes, nem korrozív ● Nagy korai és végszilárdság
	GLENIUM® STREAM Viszkozitás szabályozó	<ul style="list-style-type: none"> ● Öntömörödő beton ● Folyós beton ● Pumpálható beton ● Nagy v/c tényezőjű betonok 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gátolja a kivérzést és a szétosztályozódást ● Javítja az összetartó képességet (kohéziót) ● Alig befolyásolja a folyósságot ● Állandó betonminőséget tesz lehetővé, kissé ingadozó adalékanyag nedvességtartalom esetén is
Segédanyag termékek	MICROSILICA® Szuszpenzió adalék	<ul style="list-style-type: none"> ● Öntömörödő betonban kötőanyag pótlására és a hiányzó finomrész helyettesítésére ● Fokozott szilárdsági, tartóssági és vegyszerállósági követelményű betonok 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fokozza a vízzáróságot ● Növeli a vegyszerállóságot ● Javítja a szulfátállóságot ● Csökkenti a kimosódást
	MASTERKURE® Frissbeton utókezelő bevonat	<ul style="list-style-type: none"> ● Olyan betonok, melyeknél veszélyes a kikeményedés közbeni, túl korai vízvesztés 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kedvezőtlen időjárási körülmények között (pl. meleg, száraz vagy szeles időben) védi a betont a korai kiszáradástól, és csökkenti a kezdeti zsugorodás miatti repedésképződést
	RHEOCURE® Meyco TTC „Belső” (bekevert) utókezelő szer	<ul style="list-style-type: none"> ● Olyan betonok, melyeknél nem kívánt a túl korai kiszáradás 	<ul style="list-style-type: none"> ● Szabályozza a beton vízháztartását és javítja a cement hidratációját ● Gátolja a beton kiszáradását
	RHEOFINISH® Zsaluleválasztó szer	<ul style="list-style-type: none"> ● Leválasztó szer minden használatos zsaluzattípushoz 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kiváló leválasztó hatású, csökkenti és egyszerűsíti a zsaluzat tisztítási munkáit, növeli azok használhatósági időtartamát ● Lehetővé teszi egyenletesen sima, pórusmentes látszóbeton felületek készítését

Referenciák

SCC a magasépítésben Birco Loisirs Praille, Migros Genève

3 lépcsőház betonszerkezetét öntömörödő betonkeverékből, szivattyúval, alulról bedolgozva betonozták.

- Falmagasság: 9,30 m
- Falvastagság: 0,20 m

Követelmény:

- B40/30 szilárdság



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- Az építési idő 50%-kal rövidebb volt a hagyományos betonozáshoz képest.
- Munkaerő költségeket tudtak megtakarítani.
- Elegendő volt kisebb rétegvastagságú fogadó betonszerkezet, és nem volt szükség zsugorodási repedés elleni vasalásra.
- Az öntömörödő beton alkalmazásával lehetséges volt a lépcsőházat teljes falmagasságban, alsó töltőcsonkokon bevezetett szivattyúzott betonnal, 25 m³/óra betonozási teljesítménnyel elkészíteni.



SCC a betonfelújításban A Schwimmbad Reinach BL alagút helyreállítása

A J18 jelű autópálya 1983. évben forgalomba helyezett alagútjának vasbeton szerkezetén, a téli olvasztó sózás miatti károsodásokat fedezték fel. A betonfelület több helyen levált, és alatta a betonacélok helyenként erősen korrodálódtak.

Követelmény:

- B40/30 szilárdság
- Fagy- és sózásállóság



SCC statikai megerősítésre A Dietfurtbach-híd helyreállítása

A hidat meg kellett erősíteni, hogy elbírja napjaink megnövekedett fogalmi terhelését. Az öntömörödő beton alkalmazásának köszönhetően a megerősítésre váró hídvét betonszivattyú használatával két építési szakaszban ki lehetett betonozni.

Követelmény:

- B40/30 szilárdság
- Fagyállóság



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- Nem volt szükség forgalomkorlátozásra a teljes építési idő alatt.
- Minimálisra csökkent a zsaluzási és betonozási szakaszok száma.
- A beton kiváló folyékonyságának köszönhetően gyorsabb volt a bedolgozás.



SCC a minőségi látszóbetonért Meudoni Kultúrközpont, Franciaország

A vasbeton épület transzportbetonból és előre gyártott elemekből készült.

Követelmény:

- Látszóbeton



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- Esztétikailag kifogástalan, különösen felületminőség szempontjából kiváló épületszerkezetek készültek.
- A betonozás nem okozott zajártalmat (az építmény a lakónegyed közepén épült).
- Bonyolult geometriájú szerkezeteket tudtak kialakítani.



Az üzemben előre gyártott elemek is öntömörödő betonnal készültek.

Referenciák

SCC nagy szilárdságú betonként Millennium-torony, Ausztria

A beton födémelemeket 6 m magas oszlopok tartják. Ezeket a tartóoszlopokat öntömörödő betonnal öntötték ki.

Követelmény:

- B60/50 szilárdság



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- Lehetőség volt a teherhordó acéloszlopok kibetonozására a teljes, 6 méteres magasságban.
- Munkaerő költségeket takarítottak meg.
- Az üregképződés elkerülésével nőtt a szerkezet tartóssága.
- Geometriailag igényes épületszerkezetek készültek.



Tartóoszlop: egy 20 cm átmérőjű acélrúd, magból és egy 40 cm átmérőjű acélcsőből áll. Az acélmag és a külső acélköpeny közti hézag 10 cm széles.

SCC statikai megerősítéshez Az UNO City Bécs bővítése, Ausztria

Az UNO City bővítési munkái keretében tartógerendákat kellett megerősíteni.

Követelmény:

- B40/30 szilárdság



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- A teljes gerendazsaluzat egyszerű kiöntése.
- Munkaerő költség megtakarítása.
- Az üregképződés elkerülésével a szerkezet tartósságának növekedése.
- Geometriailag igényes szerkezetek kialakítása.



SCC feszített betonhoz Szabadtéri feszített betontartály, Osaka Gas, Japán

A nagy teljesítményű betonozás megvalósítása érdekében egy cseppfolyós földgáz tárolására alkalmas, szabadtéri, feszített betontartály építéséhez nagy szilárdságú ($f_{cw}=60 \text{ N/mm}^2$) öntömörödő betont alkalmaztak.

- Építési idő: 1996-1998
- Átmérő: 84,20 m
- Magasság: 38,40 m
- Falvastagság: 0,80 m
- Betontérfogat: 12000 m³



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- A betonozási szakaszok magasságának növelhetősége révén 14-ről 10-re csökkent a falbetonozási szakaszok száma.
- A szakmunkásigény 150-ről 50-re csökkent.
- A teljes építési idő 22 hónap helyett 18 hónapra rövidült.



A tartály külső fala 10, egyenként 4,4 m magasságú betonozási szakaszban készült. Az öntömörödő betont egyenletesen és megszakítás nélkül, körben 267 m kerülehosszban, csővezetékek rendszerén át öntötték be.

A betonozási teljesítmény kb. 5 óra alatt 1000 m³ volt.

SCC tömegbetonhoz Akashi-híd, Japán (feszítőfej)

- A híd Kobe és Naruto városokat köti össze.
- Építési idő: 1988-1998
- Hossz: 3,91 km
- Szabad hossz: 1,99 km
- Tömegbeton: 0,39 millió m³



Az öntömörödő beton (SCC) alkalmazásának előnyei:

- Az építési idő 20%-kal, 2,5 évről 2 évre rövidült.

Intelligens megoldások a BASF-től

Legyen szó akár építési, akár szerkezeti problémákról, vállalatunk, a BASF Építőkémi Hungária Kft. intelligens megoldásokat kínál ahhoz, hogy az Ön sikeréhez hozzájárulhasson.

Piacvezető márkáink olyan, jól bevált termékrendszerek széles skáláját kínálják, amelyek segítségével Ön egy jobb világot építhet.

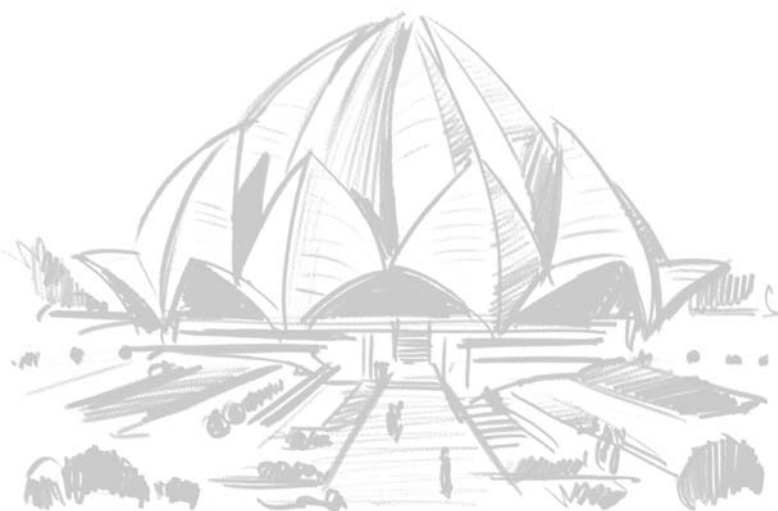
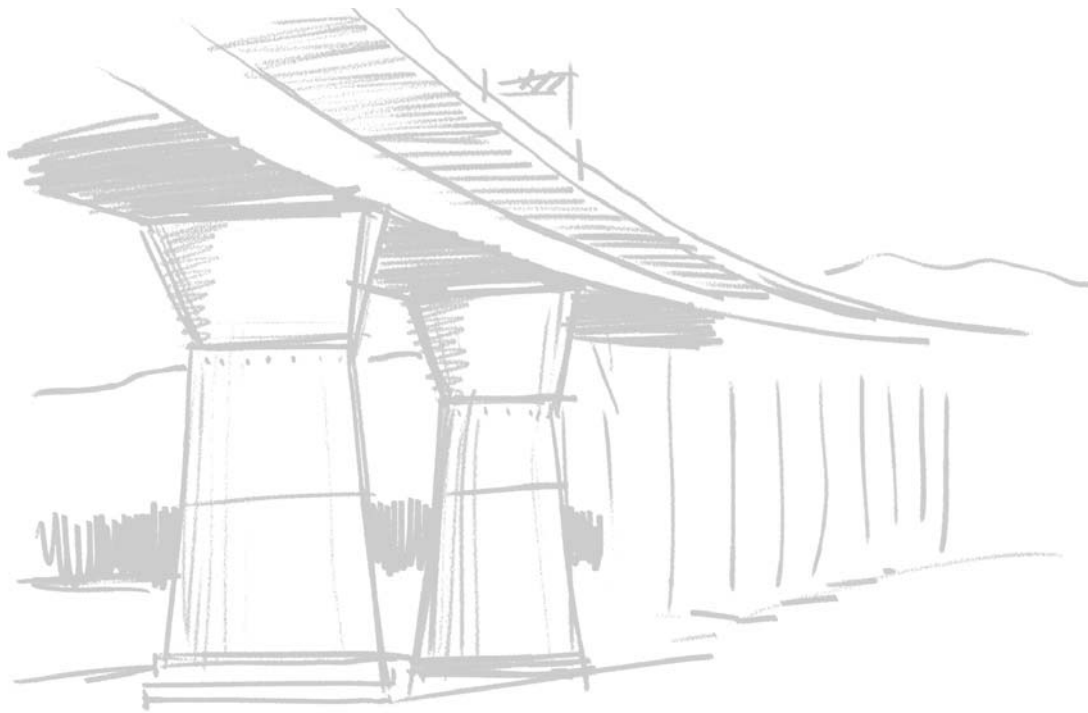
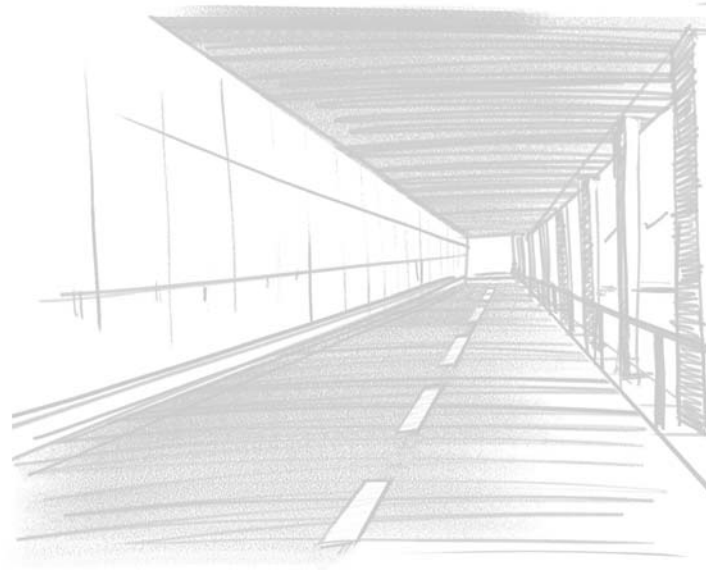
A BASF a világ vezető vegyipari vállalata – „The Chemical Company”. Termékválasztéka a vegyszerektől, műanyagoktól, speciális adalékanyagoktól, a növényvédő szereken és finom vegyszereken át a kőolajig és a földgázig terjed. Megbízható partnerként a BASF szinte minden iparág számára intelligens rendszermegoldásokkal rendelkezik, hogy partnerei még sikeresebbek lehessenek. Új technológiákat fejleszt és használ, hogy ezzel további piaci lehetőségeket tárjon fel. A gazdasági sikert a környezetvédelemmel és a társadalmi felelősségtudattal ötvözve járul hozzá egy jobb jövőhöz.

A Betonadalékszer üzletág által forgalmazott főbb termékcsoportok:

- ✓ folyósítók,
- ✓ képlékenyítők,
- ✓ kötési-kecsleltetők,
- ✓ kötési-gyorsítók,
- ✓ légpórusképzők,
- ✓ fagyásgátlók,
- ✓ habarcsadalékszerek,
- ✓ speciális adalékszerek,
- ✓ acél és műanyag szálak,
- ✓ zsaluleválasztók,
- ✓ utókezelő szerek,
- ✓ lövelt beton adalékszerek,
- ✓ alagútépítési vegyi anyagok.

További információért kollégáink az ország egész területén állnak az érdeklődők rendelkezésére.

Budapest:	Halász Károly – üzletágvezető	+36 30 689 3269
	Hernádi Eleonóra	+36 20 943 9720
	Lányi György	+36 20 911 1512
Miskolc:	Fehér Károly	+36 30 944 1261
Zalaegerszeg:	Szántó Béla	+36 20 569 2518
Dél-nyugat Magyarország:	Mócsi Zoltán	+36 30 742 3048
Mélyépítési ágazat, Budapest:	Vajda József	+36 30 742 3045



BASF Építőkémia Hungária Kft.
1222 Budapest, Háros utca 11.
Telefon: (1) 226-0212
Fax: (1) 226-0218
www.basf-cc.hu